

SOLID-STATE IMAGE SENSOR, ITS DRIVING METHOD AND ITS MANUFACTURING METHOD

Publication number: JP2002270811 (A)

Publication date: 2002-09-20

Inventor(s): WADA SHINICHI

Applicant(s): SONY CORP

Classification: **H01L27/148; H01L27/14; H04N5/335; H01L27/148; H01L27/14; H04N5/335; (IPC-7): H01L27/148; H01L27/14; H04N5/335**

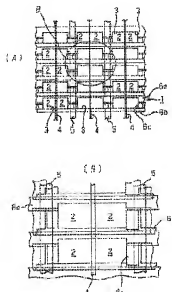
- European:

Application number: JP20010066157 20010309

Priority number(s): JP20010066157 20010309

Abstract of JP 2002270811 (A)

PROBLEM TO BE SOLVED: To markedly improve the sensibility of a solid-state image sensor by markedly reducing the ratio of numbers to the photodetector vertical row of vertical transfer registers and remarkably increasing the ratio of an opening area occupied in a pixel area in the solid-state image sensor.; **SOLUTION:** The photodetector vertical rows 2, 2 and the like, the vertical transfer registers 5 and channel stops 4 are disposed along the horizontal transfer direction, so that the layout order of the photodetector vertical rows 2, 2 and the like, the vertical transfer registers 5, the vertical rows 2, 2 and the like, the channel stops 4, the vertical rows 2, 2 and the like, the registers 5, the vertical rows 2, 2 and the like, the channel stops 4, the vertical rows 2, 2 and the like and the registers 5 and the like is repeated, the vertical rows 2, 2 and the like and 2, 2 and the like are positioned on both sides of each register 5, and the vertical rows 2, 2 and the like are adjoined via the channel stops 4.



Data supplied from the esp@cenet database — Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-270811

(P2002-270811A)

(43) 公開日 平成14年9月20日 (2002.9.20)

| (51) Int. Cl. ⁷ | 識別記号 | F I | テコード(参考) |
|----------------------------|------|---------------|-------------|
| H 0 1 L 27/148 | | H 0 4 N 5/335 | F 4 M 1 1 8 |
| 27/14 | | | U 5 C 0 2 4 |
| H 0 4 N 5/335 | | H 0 1 L 27/14 | B |
| | | | D |

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2001-66157(P2001-66157)

(22) 出願日 平成13年3月9日 (2001.3.9)

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 和田 晋一

鹿児島県国分市野口北5番1号 ソニー国分株式会社内

(74) 代理人 100082979

弁理士 尾川 秀昭

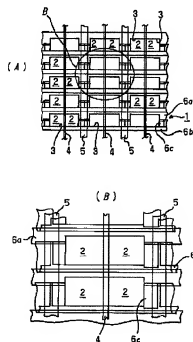
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 固体撮像素子と、その駆動方法と、その製造方法

(57) 【要約】

【課題】 固体撮像素子において、垂直転送レジスタの受光素子垂直列に対する数の比を顕著に低減し、画素面積に占める開口面積の比を顕著に大きくし、以て固体撮像素子の感度を顕著に向上させる。

【解決手段】 受光素子垂直列2、2、・・・、垂直転送レジスタ5、チャンネルストップ4を、水平転送方向に沿って、受光素子垂直列2、2、・・・、垂直転送レジスタ5、受光素子垂直列2、・・・、チャンネルストップ4、受光素子垂直列2、2、・・・、垂直転送レジスタ5、受光素子垂直列2、2、・・・、チャンネルストップ4、受光素子垂直列2、2、・・・、垂直転送レジスタ5、・・・という配置順序が繰り返されるように配設して、各垂直転送レジスタ5の両側に受光素子垂直列2、2、・・・、2、2、・・・が位置し、受光素子垂直列2・2がチャンネルストップ4を介して隣接するようにしてなる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】複数の受光素子を垂直転送方向に配設した複数の受光素子垂直列、該受光素子垂直列の各受光素子からの信号電荷を垂直転送方向に転送する複数の垂直転送レジスタ、水平転送方向に隣接する画素間の信号電荷の侵入を防止する複数のチャンネルストップ及び上記各垂直転送レジスタにより転送されてきた信号電荷を水平転送方向に転送する水平転送レジスタとを少なくともも有する固体撮像素子において、

上記受光素子垂直列、垂直転送レジスタ、チャンネルストップを、水平転送方向に沿って、受光素子垂直列、垂直転送レジスタ、受光素子垂直列、チャンネルストップ、受光素子垂直列、垂直転送レジスタ、受光素子垂直列、チャンネルストップ、受光素子垂直列、垂直転送レジスタ、・・・という配置順序を繰り返すように配設して、各垂直転送レジスタの両側に受光素子垂直列が位置し、受光素子垂直列がチャンネルストップを介して隣接するようにしてなることを特徴とする固体撮像素子。

【請求項2】前記各垂直転送レジスタは、垂直転送方向に隣接する前記受光素子間上を水平転送方向に延び、該各垂直転送レジスタ上において垂直転送方向における一方の向きに櫛歯状に延びる部分を有する第1の転送電極と、垂直転送方向に隣接する前記受光素子間上を水平転送方向に延び、該各垂直転送レジスタ上においてその一方の側の受光素子と上から覆て接する位置にて垂直転送方向における上記一方の向きとは逆向きに櫛歯状に延びる部分を有する第2の転送電極と、垂直転送方向に隣接する前記受光素子間上を水平転送方向に延び、該各垂直転送レジスタ上においてその他方の側の受光素子と上から覆て接する位置にて垂直転送方向における上記一方の向きとは逆向きに櫛歯状に延びる部分を有する第3の転送電極と、かかる三つの層の異なる転送電極により駆動されるようにしてなることを特徴とする請求項1記載の固体撮像素子。

【請求項3】前記各垂直転送レジスタによりその一方の側の受光素子垂直列の各受光素子に蓄積された信号電荷を読み出して垂直転送し、水平転送レジスタにより水平転送する第1の読み出し及び転送動作と、前記各垂直転送レジスタによりその他方の側の受光素子垂直列の各受光素子に蓄積された信号電荷を読み出して垂直転送し、水平転送レジスタにより水平転送する第2の読み出し及び転送動作と、を交互に繰り返すことにより請求項1又は2記載の固体撮像素子を駆動することを特徴とする固体撮像素子の駆動方法。

【請求項4】各垂直転送レジスタによりその一方の側の受光素子垂直列の各受光素子に蓄積された信号電荷と、他方の側の各受光素子に蓄積された信号電荷を同時

に読み出して一体で垂直転送し、水平転送レジスタにより水平転送する読み出し動作を繰り返すことにより請求項1又は2記載の固体撮像素子を駆動することを特徴とする固体撮像素子の駆動方法。

【請求項5】複数の受光素子を垂直転送方向に配設した複数の受光素子垂直列、該受光素子垂直列の各受光素子からの信号電荷を垂直転送方向に転送する複数の垂直転送レジスタ、水平転送方向に隣接する画素間の信号電荷の侵入を防止する複数のチャンネルストップ及び上記各垂直転送レジスタにより転送されてきた信号電荷を水平転送方向に転送する水平転送レジスタとを少なくともも有し、上記受光素子垂直列、垂直転送レジスタ、チャンネルストップを、水平転送方向に沿って、受光素子垂直列、垂直転送レジスタ、受光素子垂直列、チャンネルストップ、受光素子垂直列、垂直転送レジスタ、受光素子垂直列、チャンネルストップ、受光素子垂直列、垂直転送レジスタ、・・・という配置順序を繰り返すように配設して、各垂直転送レジスタの両側に受光素子垂直列が位置し、受光素子垂直列がチャンネルストップを介して隣接するようにしてなり、上記各受光素子に対応して該受光素子に被写体側からの光を集光するオンチップマイクロレンズを設けた固体撮像素子であって、上記チャンネルストップを挟んで水平転送方向に隣接する各画素対上には、それぞれ、該対を成す二つの画素を覆う一つの凸球状透明部があり、上記各凸球状透明部上に、それぞれ水平転送方向における曲率半径が小さい二つのオンチップマイクロレンズが上記対を成す画素に対応して形成されたことを特徴とする固体撮像素子。

【請求項6】平面上に、上記チャンネルストップを挟んで水平転送方向に隣接する各画素対毎に該二つの画素を覆う一つの凸球状透明部を形成する工程と、上記各凸球状透明部上に、それぞれ水平転送方向における曲率半径が小さい二つのオンチップマイクロレンズを上記対を成す画素に対応して形成する工程と、を有することを特徴とする請求項5記載の固体撮像素子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、固体撮像素子、特に、複数の受光素子を垂直転送方向に配設した複数の受光素子垂直列、該受光素子垂直列の各受光素子からの信号電荷を垂直転送方向に転送する複数の垂直転送レジスタ、水平転送方向に隣接する画素間の信号電荷の侵入を防止する複数のチャンネルストップ及び上記各垂直転送レジスタにより転送されてきた信号電荷を水平転送方向に転送する水平転送レジスタとを少なくともも有する固体撮像素子と、その固体撮像素子を駆動する固体撮像素子の駆動方法と、固体撮像素子の製造方法に関する

【0002】

3

【従来の技術】図 7 (A)、(B) は固体撮像素子の従来例 1 x の構成を示すもので、(A) は概略平面図、(B) は (A) の B に示す部分を拡大して示す平面図である。2、2、・・・は縦横に配設された受光素子、3、3、・・・は各受光素子を露出させる開口、4、4、・・・は上記受光素子 2、2、・・・の各垂直列、即ち各受光素子垂直列に対応して垂直転送方向に延びるように形成されたチャンネルストップで、水平転送方向に隣接する各画素間における信号電荷の侵入を防止するように設けられている。

【0003】5、5、・・・は垂直転送レジスタで、上記各受光素子垂直列に対応して設けられており、対応する受光素子垂直列の各受光素子 2、2、・・・からの信号電荷を読み出して垂直転送方向に転送する。6 a、6 a、・・・は該各垂直転送レジスタ 5 を駆動する転送電極で、第 1 層目のポリシリコンからなり、垂直転送方向に隣接する受光素子間上を水平転送方向に延びるように形成され、各垂直転送レジスタ 5、5、・・・上において下側（垂直転送方向に沿って一方の側）に歯状に延びる部分 7 a、7 a、・・・を有する平面形状（パターン）を有する。

【0004】6 b、6 b、・・・は該各垂直転送レジスタ 5 を駆動する転送電極で、第 2 層目のポリシリコンからなり、垂直転送方向に隣接する受光素子間上を水平転送方向に延びるように形成され、各垂直転送レジスタ 5、5、・・・上において上側（垂直転送方向に沿って他方の側）に歯状に延びる部分 7 b、7 b、・・・を有する。そして、上から視ると、各受光素子 2、2、・・・は第 1 層目のポリシリコンからなる転送電極 6 a と、第 2 層目のポリシリコンからなる転送電極 6 b により囲繞されている。そして、各転送電極 6 b の各歯状部分 7 b が各受光素子 2 から垂直転送レジスタ 5へ信号電荷を読み出す読み出し駆動する部分となる。

【0005】上記転送電極 6 a、6 b に対しては基本的には 4 相の垂直転送パルスが印加され、それによって垂直転送レジスタ 5 による転送が行われるが、読み出し時には転送電極 6 b に読み出しパルスが印加されて図 8 において矢印で示すように受光素子 2、2、・・・からの信号電荷の読み出しが行われる。その後、4 相の垂直転送パルスの印加による垂直転送方向への転送が行われる。尚、垂直転送レジスタ 5、5、・・・の転送先側には該レジスタ 5、5、・・・により垂直転送されてきた信号電荷を水平転送方向に転送する水平転送レジスタ（通常 1 個、複数の場合もある。）が設けられ、更に、その水平転送レジスタの転送先側には、信号電荷を電圧に変換して出力する電荷検出部があるが、その水平転送レジスタ及び電荷検出部は図示を省略する。

【0006】このように、従来の固体撮像素子は、受光素子垂直列と垂直転送レジスタとチャンネルストップが、水平転送方向に沿って、受光素子垂直列、垂直転送

4

レジスタ、チャンネルストップ、受光素子垂直列、垂直転送レジスタ、チャンネルストップ、・・・という配置順序が繰り返されるように配設されており、垂直転送レジスタ及びチャンネルストップはそれぞれ受光素子垂直列と同じ数存在していた。

【0007】図 9 (A)、(B) は従来の固体撮像素子のオンチップマイクロレンズをその領域構成が分かるように示すもので、(A) は固体撮像素子の概略構成平面図、(B) は固体撮像素子の B-B 線視断面図であり、8 は例えばアルミニウムからなる遮光膜、9 は平坦化膜、10 はオンチップカラーフィルタ、11 は該オンチップカラーフィルタ 10 上に形成されたオンチップマイクロレンズであり、各画素毎にその画素の中核である受光素子 2 に被写体側からの光を集光するように形成されている。これは固体撮像素子の感度を向上させるためのものである。図 9 (B) に示すように、従来においては、各オンチップマイクロレンズ 11 は平坦化膜 9 上に形成され、従って、表面が平坦なオンチップマイクロレンズ 10 上に形成されていたので、当然にその光軸は半導体基板表面に対して垂直に向き、受光素子 2 の中心と略一致していた。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】ところで、図 7～図 9 に示す従来の固体撮像素子には、垂直転送レジスタを各受光素子垂直列毎に設けなければならず、そのため、画素面積に占める開口面積の比を大きくすることに限界があった。従って、固体撮像素子の感度の向上が制約された。そして、固体撮像素子に要求される小型化、高集積化も制約された。

【0009】本発明はこのような問題点を解決すべく為されたものであり、垂直転送レジスタの受光素子垂直列に対する数の比を顕著に低減し、画素面積に占める開口面積の比を顕著に大きくし、以て固体撮像素子の感度を顕著に向上させることができる新規な固体撮像素子を提供することを目的とし、また、その新規な固体撮像素子を駆動する新規な固体撮像素子の駆動方法を提供することを目的とし、更に、固体撮像素子のうち特にオンチップマイクロレンズを有する新規な固体撮像素子と、その製造方法を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】請求項 1 の固体撮像素子は、受光素子垂直列、垂直転送レジスタ、チャンネルストップを、水平転送方向に沿って、受光素子垂直列、垂直転送レジスタ、受光素子垂直列、チャンネルストップ、受光素子垂直列、垂直転送レジスタ、受光素子垂直列、チャンネルストップ、受光素子垂直列、垂直転送レジスタ、・・・と配設して、各垂直転送レジスタの両側に受光素子垂直列が位置し、受光素子垂直列がチャンネルストップを介して隣接するようになることを特徴とする。

5

【0011】従って、請求項1の固体撮像素子によれば、二つの受光素子垂直列に対して垂直転送レジスタを僅かに1個ずつしか配置しなくとも済み、垂直転送レジスタの必要数を従来の半分にでき、また、チャンネルストップについても半分で済む。依って、画素面積に占める開口面積の比を顕著に大きくし、以て固体撮像素子の感度を顕著に向上させることができ、また、水平転送方向における寸法の低減、水平解像度の向上を図ることができる。

【0012】請求項3の固体撮像素子の駆動方法は、各垂直転送レジスタによりその一方の側（例えば右側）の受光素子垂直列の各受光素子に蓄積された信号電荷を読み出して垂直転送し、水平転送レジスタにより水平転送する第1の読み出し及び転送動作と、各垂直転送レジスタによりその他方の側（例えば左側）の受光素子垂直列の各受光素子に蓄積された信号電荷を読み出して垂直転送し、水平転送レジスタにより水平転送する第2の読み出し及び転送動作と、を交互に繰り返させることにより請求項1又は2記載の固体撮像素子を駆動することを特徴とする。

【0013】従って、請求項3の固体撮像素子の駆動方法によれば、各垂直転送レジスタが先ず一方の側（例えば右側）の受光素子垂直列の信号電荷の読み出し、転送をし、次に、他方の側（例えば左側）の受光素子垂直列の信号電荷の読み出し、転送をするので、各受光素子に蓄積した信号電荷をそれぞれ他から独立した信号として取り出して処理することができ、水平転送方向における解像度の高い画像を得ることができる。

【0014】請求項4の固体撮像素子の駆動方法は、各垂直転送レジスタによりその一方の側（例えば右側）の受光素子垂直列の各受光素子に蓄積された信号電荷と、他方の側（例えば左側）の各受光素子に蓄積された信号電荷を同時に読み出して一体で垂直転送し、水平転送レジスタにより水平転送する読み出し及び転送動作を繰り返させることにより請求項1又は2記載の固体撮像素子を駆動することを特徴とする。

【0015】従って、請求項4の固体撮像素子の駆動方法によれば、垂直転送レジスタを挟んで対を成す各受光素子対に蓄積された信号電荷、即ち垂直転送レジスタの左右二つの受光素子分の信号電荷を独立した信号として取り出して処理することができるので、飽和信号量を略倍増させることが可能となり、ダイナミックレンジの大きな画像を得ることができる。

【0016】請求項5の固体撮像素子は、チャンネルストップを挟んで水平転送方向に隣接する各画素対上には、それぞれ、該対を成す二つの画素を覆う一つの凸球状透明部があり、該各凸球状透明部上に、それより水平転送方向における曲率半径が小さい二つのオンチップマイクロレンズが上記対を成す画素に対応して形成されたことを特徴とする。

6

【0017】従って、請求項5の固体撮像素子によれば、各オンチップマイクロレンズをチャンネルストップを挟んで対を成す二つの画素を覆う一つの凸球状透明部上に形成するので、該各オンチップマイクロレンズの光軸を垂直な向きからチャンネルストップ側に寄る斜め方向にすることができ、従って、各オンチップマイクロレンズにより、被写体側からの光を、中心が垂直転送レジスタ側からチャンネルストップに寄るように配置された受光素子の中心あるいはそれに近いところに集光するようにすることができ、オンチップマイクロレンズにより被写体側から光をより有効に受光素子に集光することができるので、感度の向上を図ることができる。

【0018】請求項6の固体撮像素子の製造方法は、平坦面上に、上記チャンネルストップを挟んで水平転送方向に隣接する各画素対毎に該二つの画素を覆う一つの凸球状透明部を形成する工程と、上記各凸球状透明部上、それより水平転送方向における曲率半径が小さい二つのオンチップマイクロレンズを上記対を成す画素に対応して形成する工程を有することを特徴とする。

【0019】従って、請求項6の固体撮像素子の製造方法によれば、凸球状透明部を形成する工程と、該各凸球状透明部上に二つのオンチップマイクロレンズを上記対を成す画素に対応して形成する工程を有するので、請求項5の固体撮像素子を得ることができ、延いては、オンチップマイクロレンズにより被写体側から光をより有効に受光素子に集光することができ、感度の向上を図ることができる。

【0020】

【発明の実施の形態】本発明固体撮像素子は、基本的には、受光素子垂直列、垂直転送レジスタ、チャンネルストップを、水平転送方向に沿って、受光素子垂直列、垂直転送レジスタ、受光素子垂直列、チャンネルストップ、受光素子垂直列、垂直転送レジスタ、チャンネルストップ、受光素子垂直列、垂直転送レジスタ、・・・と配設して、各垂直転送レジスタの両側に受光素子垂直列が位置し、受光素子垂直列がチャンネルストップを介して隣接するようにしてなるが、それには、垂直転送レジスタを駆動する転送電極（一般には第1層目のポリシリコン層と、第2層目のポリシリコン層により構成される）の層数を1層増やし、3層（第1層目のポリシリコン層と、第2層目のポリシリコン層と、第3層目のポリシリコン層）により構成することが好ましい。

【0021】なぜならば、第2層目のポリシリコンからなる各転送電極を、垂直転送レジスタの一方の側の受光素子垂直列からの信号電荷の読み出しができるように形成し、第3層目のポリシリコンからなる転送電極を、垂直転送レジスタの一方の側の受光素子垂直列からの信号電荷の読み出しができるように形成することができるからである。

【0022】固体撮像素子の駆動方法としては、各受光素子に蓄積された信号電荷を独立した信号として読み出して転送する駆動方法と、垂直転送レジスタを挟んで対を成す二つの受光素子に蓄積された信号電荷を同時に読み出してまとめて一つの信号として転送する駆動方法とがあり得る。そして、前者の駆動方法によれば、水平解像度を高くすることができ、後者の駆動方法によれば、飽和電荷量を大きくすることができるので、ダイナミックレンジを広くすることができる。

【0023】オンチップマイクロレンズは従来の固体撮像素子と同様に（図9に示すように）形成しても良いが、このようにした場合、本発明固体撮像素子では感度が低下するおそれがあるので、斯かる感度低下を防止するには、各オンチップマイクロレンズをその光軸がチャンネルストップ間によるように斜めになるようにした方がよい。

【0024】というのは、チャンネルストップと、垂直転送レジスタとは、その幅が顯著に異なり、チャンネルストップより垂直転送レジスタの方が広く、従って、各受光素子の中心はチャンネルストップに寄り、垂直転送レジスタから離れるように、受光素子垂直列、垂直転送レジスタ、受光素子垂直列、チャンネルストップ、受光素子垂直列、垂直転送レジスタ、・・・と配置され、従来の場合と同様にオンチップマイクロレンズを形成した場合には、各マイクロレンズの光軸が受光素子の中心から逸れてしまい、集光効率が低下し、延いては、感度が低下するからである。

【0025】そこで、垂直転送レジスタより幅の狭いチャンネルストップを挟んで隣接する二つの受光素子からなる各受光素子対毎にその上方に凸球面状透明部を形成し、その上に各受光素子に対応するオンチップマイクロレンズを形成する。すると、各オンチップマイクロレンズは下地が水平面寄りでも斜めに傾き、オンチップマイクロレンズの光軸がチャンネルストップ側に寄るようになり、斜めになるようにすることができ、延いては各受光素子の中心を通るようにすることができる。従って、各オンチップマイクロレンズにより各受光素子により有効に集光することができ、受光素子の集光効率を高めることができ、延いては、より固体撮像素子の感度を高めることができる。

【0026】そして、斯かるオンチップマイクロレンズを有する固体撮像素子は、オンチップマイクロレンズを形成する技術を駆使して先ず凸球面状透明部を形成し、その後、該凸球面状透明部上に、再度オンチップマイクロレンズを形成する技術を駆使してオンチップマイクロレンズを形成することにより形成することができる。

【0027】尚、上述したオンチップマイクロレンズを形成する技術の典型例は、オンチップマイクロレンズ材料膜を形成し、該膜上に例えばレジスト膜を形成し、該レジスト膜に、これを選択的にエッチングすることによ

り各画素毎に独立させる分離溝を形成し、その後、熱溶解させることにより凸球面状（凸レンズ状）に整形し、その後、これをエッチバックにより転写するという技術である。

【0028】

【実施例】以下、本発明を図示実施例に従って詳細に説明する。図1（A）、（B）は本発明固体撮像素子の第1の実施例の概略構成を示すもので、（A）は概略構成平面図、（B）は（A）のBに示す部分を拡大して示す拡大平面図であり、図2（A）～（C）は垂直転送レジスタを駆動する層の異なる各層の転送電極の平面形状を示す平面図である。

【0029】図面において、1は固体撮像素子、2、2、・・・は縦横に配設された受光素子、3、3、・・・は各受光素子に露出させる開口、4、4、・・・は上記受光素子2、2、・・・の水平転送方向に隣接する各画素間における信号電荷の侵入を防止するように設けられたチャンネルストップである。5、5、・・・は垂直転送レジスタで、自身の両側に位置する受光素子垂直列の各受光素子2、2、・・・からの信号電荷を読み出して垂直転送方向に転送する。

【0030】本固体撮像素子は、受光素子垂直列、垂直転送レジスタ5、チャンネルストップ4を、水平転送方向に沿って、受光素子垂直列、垂直転送レジスタ5、受光素子垂直列、チャンネルストップ4、受光素子垂直列、垂直転送レジスタ5、受光素子垂直列、チャンネルストップ4、受光素子垂直列、垂直転送レジスタ5、・・・と配設して、各垂直転送レジスタ5の両側に受光素子垂直列が位置し、また、受光素子垂直列がチャンネルストップ5を介して隣接するようにしてなり、従って、二つの受光素子垂直列に対して垂直転送レジスタ4、チャンネルストップ5が1個ずつという割合で配置されていることになる。

【0031】6a、6a、・・・は上記各垂直転送レジスタ5を駆動する転送電極で、第1層目のポリシリコンからなり、垂直転送方向に隣接する受光素子間上を水平転送方向に延びるように形成され、図2（A）に示すように、各垂直転送レジスタ5、5、・・・において下側（垂直転送方向に沿って一方の側）に櫛歯状に延びる部分7a、7a、・・・を有する。

【0032】6b、6b、・・・は上記各垂直転送レジスタ5を駆動する転送電極で、第2層目のポリシリコンからなり、垂直転送方向に隣接する受光素子間上を水平転送方向に延びるように形成され、各垂直転送レジスタ5、5、・・・上における一方の側（例えば右側）の半部において上側（垂直転送方向に沿って他方の側）に櫛歯状に延びる部分7b、7b、・・・を有する。

【0033】6c、6c、・・・は上記各垂直転送レジスタ5を駆動する転送電極で、第3層目のポリシリコンからなり、垂直転送方向に隣接する受光素子間上を水平

転送方向に延びるように形成され、各垂直転送レジスタ 5、5、・・・上における他方の側（例えば左側）の半部において上側（垂直転送方向に比べて他方の側）に歯状に延びる部分 7c、7c、・・・を有する。

【0034】そして、上から見たとき、各受光素子 2、2、・・・は、第 1 層目のポリシリコンからなる転送電極 6a と、第 2 層目のポリシリコンからなる転送電極 6b と、第 3 層目のポリシリコンからなる転送電極 6c により囲繞されている。そして、各転送電極 6b の各歯状部分 7b がその下にある垂直転送レジスタ 5へその右側の受光素子垂直列の各受光素子 2 から信号電荷を読み出す読み出し駆動をする部分となり、各転送電極 6c の各歯状部分 7c がその下にある垂直転送レジスタ 5へその左側の受光素子垂直列の各受光素子 2 から信号電荷を読み出す読み出し駆動をする部分となる。

【0035】尚、垂直転送レジスタ 5、5、・・・の転送先側には該レジスタ 5、5、・・・により垂直転送されてきた信号電荷を水平転送方向に転送する水平転送レジスタ（通常 1 個、複数の場合もある。）が設けられ、更に、その水平転送レジスタの転送先側には、信号電荷を電圧に変換して出力する電荷検出部があるが、その水平転送レジスタ及び電荷検出部は図示を省略する。また、オンチップマイクロレンズを備えた状態の固体撮像素子とその製造方法については後で説明する。

【0036】このような固体撮像素子によれば、二つの受光素子垂直列に対して垂直転送レジスタ 5 及びチャンネルストップ 4 をそれぞれ僅かに 1 個ずつしか配置しなくて済み、垂直転送レジスタ 5 及びチャンネルストップ 4 の必要数を従来の半分にできる。従って、画素面積に占める開口面積の比を顕著に大きくし、以て固体撮像素子の感度を顕著に向上させることができるのである。

【0037】次に、駆動方法について説明する。本固体撮像素子の駆動方法は、基本的には、上記転送電極 6a と、6b 及び／又は 6c に対して、4 相の垂直転送パルスを印加して、それによって垂直転送レジスタ 5 による各受光素子 2 からの読み出し及び垂直転送を行い、そして図示しない水平転送レジスタにより水平転送を行うが、その駆動方法には、図 3 示す方法と、図 4 に示す方法とがある。図 3 (A)、(B) は図 1、2 に示す固体撮像素子の一つの駆動方法（特許請求の範囲の請求項 3 の固体撮像素子の駆動方法に該当する駆動方法）を説明する固体撮像素子の平面図である。

【0038】図 3 (A) は転送電極 6b（第 2 層目のポリシリコンからなる転送電極）を駆動する（具体的には、転送パルスより高いレベルの読み出しパルスを印加する）ことにより、各垂直転送レジスタ 5へその右側の受光素子垂直列の受光素子 2、2、・・・からの信号電荷の読み出しをした状態を示す。Aa はその読み出しの方向を示す矢印である。その読み出しの後、その垂直転送方向への転送及び図示しない水平転送レジスタによる

水平転送が行われる。その場合における、垂直転送レジスタ 5 の駆動は転送電極 6a、6b に 4 相垂直転送パルスを印加することにより行う。

【0039】図 3 (B) は転送電極 6c（第 3 層目のポリシリコンからなる転送電極）を駆動する（具体的には、転送パルスより高いレベルの読み出しパルスを印加することにより、各垂直転送レジスタ 5へその左側の受光素子垂直列の受光素子 2、2、・・・からの信号電荷の読み出しをした状態を示す。Ab はその読み出しの方向を示す矢印である。その読み出しの後、その垂直転送方向への転送及び図示しない水平転送レジスタによる水平転送が行われる。その場合における、垂直転送レジスタ 5 の駆動は転送電極 6a、6c に 4 相垂直転送パルスを印加することにより行う。

【0040】上述した、図 3 (A) に示すように各垂直転送レジスタ 5へその右側の受光素子垂直列の受光素子 2、2、・・・からの信号電荷を読み出し、その後、その信号電荷を垂直転送及び水平転送する動作（特許請求の範囲の請求項 3 の第 1 の読み出し及び転送動作に該当）と、図 3 (B) に示すように各垂直転送レジスタ 5へその右側の受光素子垂直列の受光素子 2、2、・・・からの信号電荷を読み出し、その後、その信号電荷を垂直転送及び水平転送する動作（特許請求の範囲の請求項 3 の第 2 の読み出し及び転送動作に該当）とが交互に繰り返される。

【0041】尚、そのような駆動方法によれば、固体撮像素子から読み出される信号の順序は、固体撮像素子の画素の配置と対応するものではなくなる。しかし、それは、固体撮像素子外部において記憶回路又は遅延回路等を用いて信号の順序の並べ替えを行うことにより、固体撮像素子の画素の配置と対応するものにでき、問題は無い。

【0042】このような駆動方法によれば、各受光素子 2 に蓄積された各信号電荷それぞれが他の信号電荷から独立した信号として扱われ、水平解像度の高い画像を得ることができる。即ち、水平解像度を高ししたい場合には、図 3 (A)、(B) に示すような駆動方法で固体撮像素子を駆動するのである。

【0043】図 4 は図 1、2 に示す固体撮像素子の他の駆動方法（特許請求の範囲の請求項 4 の固体撮像素子の駆動方法に該当する駆動方法）を説明する固体撮像素子の平面図である。本固体撮像素子の駆動方法は、上記転送電極 6b 及び 6c に対して読み出しパルスを印加して各垂直転送レジスタ 5へその両側の受光素子垂直列の各受光素子 2、2 を読み出して該垂直転送レジスタ 5 を挟んで隣接する一対の受光素子 2、2 の信号電荷を合流させ、その後、転送電極 6a と、転送電極 6b 及び 6c とに対して 4 相垂直転送パルスを印加することによりその合流した信号電荷の一つの信号電荷として垂直転送し、図示しない水平転送レジスタにより水平転送する。A

a、A bは信号電荷の読み出す方向を示す矢印である。

【0044】尚、本固体撮像素子の駆動方法によれば、第1の駆動方法におけるが如き、固体撮像素子から読み出される信号の順序が固体撮像素子の画素の配置と対応するものではないということは起き得ない。従って、固体撮像素子外部において固体撮像素子の出力の並べ替えを行う必要はない。

【0045】このような固体撮像素子の駆動方法によれば、垂直転送レジスタ5を挟んで隣接する各対を成す二つの受光素子からの信号電荷が一つの信号電荷として扱われるので、飽和電荷量を大きくすることができ、延いては画像の明るさのダイナミックレンジを大きくすることができる。但し、水平転送方向の解像度は図3に示す駆動方法の場合の半分になる。

【0046】図5 (A)、(B)は、図1、2に示す固体撮像素子のオンチップマイクロレンズをその概略構成が分かるように示すもので、(A)は固体撮像素子の概略構成平面図、(B)は固体撮像素子のC-D線横断面図であり、6は転送電極、8は例えばアルミニウムからなる透光膜、9は平坦化膜、10はオンチップカラーフィルタ、12は該オンチップカラーフィルタ10上に形成された凸球状透明部であり、チャンネルストップ5を挟んで水平転送方向に隣接する各画素対上には、それぞれ、該対を成す二つの画素を覆う一つの凸球状透明部12がある。

【0047】11は該各凸球状透明部12上に水平転送方向に隣接して二つずつ形成されたオンチップマイクロレンズであり、各凸球状透明部12より水平転送方向における曲率半径が小さい曲率を有する。従って、各凸球状透明部12上の一对のオンチップマイクロレンズ11、11の光軸を垂直な向きからチャンネルストップ側に寄る斜め方向にすることができ、従って、各オンチップマイクロレンズ11、11により、被写体側からの光を、中心が垂直転送レジスタ5側からチャンネルストップ4に寄るように配置された受光素子2の中心あるいはそれに近いところに通るようにすることができ、オンチップマイクロレンズ11、11により被写体側から光をより有効に受光素子2、2に集光することができ、感度の向上を図ることができる。

【0048】尚、図5に示す固体撮像素子のオンチップマイクロレンズの形成は、図6 (A)に示すように、まず、凸球状透明部12を形成し、その後、図6 (B)に示すようにオンチップマイクロレンズ11を形成することにより行う。そして、凸球状透明部12の形成と、オンチップマイクロレンズ11の形成とは、共に、例えば従来からのオンチップマイクロレンズ形成方法を駆使することにより行うことができる。そのオンチップマイクロレンズ形成方法の典型例は、オンチップマイクロレンズ材料膜を形成し、該膜上に例えばレジスト膜を形成し、該レジスト膜に、これを選択的にエッチングするこ

とにより各画素毎に独立させる分離溝を形成し、その後、熱溶融させることにより凸球面状（凸レンズ状）に整形し、その後、これをエッチバックにより転写するという技術である。

【0049】【発明の効果】請求項1の固体撮像素子によれば、二つの受光素子垂直列に対して垂直転送レジスタを僅かに1個ずつしか配置しなくて済み、垂直転送レジスタの必要数を従来の半分にでき、また、チャンネルストップについても半分で済む。従って、画素面積に占める開口面積の比を顕著に大きくし、以て固体撮像素子の感度を顕著に向上させることができる。

【0050】請求項2の固体撮像素子によれば、垂直転送レジスタを駆動する転送電極の層数を2層（例えば第1層目のポリシリコン層と、第2層目のポリシリコン層による2層）から1層増やし、3層（例えば第1層目のポリシリコン層と、第2層目のポリシリコン層と、第3層目のポリシリコン層）により構成するので、そのうちの一つの層（例えば第2層目のポリシリコンからなる）転送電極を、垂直転送レジスタの他方の側の受光素子垂直列からの信号電荷の読み出しができて流用することができる。従って、請求項1の固体撮像素子を具体化できる。

【0051】請求項3の固体撮像素子の駆動方法によれば、各垂直転送レジスタが先ず一方の側（例えば右側）の受光素子垂直列の信号電荷の読み出し、転送をし、次に、他方の側（例えば左側）の受光素子垂直列の信号電荷の読み出し、転送をするので、各受光素子2に蓄積した信号電荷をそれぞれ他から独立した信号として取り出して処理することができ、水平転送方向における高解像度の高い画像を得ることができる。

【0052】請求項4の固体撮像素子の駆動方法によれば、垂直転送レジスタを挟んで対を成す各受光素子対に蓄積された信号電荷、即ち二つの受光素子分の信号電荷を独立した信号として取り出して処理することができるので、飽和信号量を格増大させることが可能となり、ダイナミックレンジの大きな画像を得ることができる。

【0053】請求項5の固体撮像素子によれば、各オンチップマイクロレンズをチャンネルストップを挟んで対を成す二つの画素を覆う一つの凸球状透明部上に形成するので、該各オンチップマイクロレンズの光軸を垂直な向きからチャンネルストップ側に寄るような斜め方向にすることができる。従って、各オンチップマイクロレンズにより、被写体側からの光を、中心が垂直転送レジスタ側からチャンネルストップに寄るように配置された受光素子の中心あるいはそれに近いところに集光することができるので、オンチップマイクロレンズにより被写体側から光をより有効に受光素子に集光することができ

る。依って、固体撮像素子の感度の向上を図ることができる。

【0054】請求項6の固体撮像素子の製造方法によれば、凸球状透明部を形成する工程と、該各凸球状透明部に二つのオンチップマイクロレンズを対を成す画素に対応して形成する工程を有するので、請求項6の固体撮像素子を得ることができ、延いては、オンチップマイクロレンズにより被写体側から光をより有効に受光素子に集光することができ、感度の向上を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】(A)、(B)は本発明固体撮像素子の第1の実施例の概略構成を示すもので、(A)は概略構成平面図、(B)は(A)のBに示す部分を拡大して示す拡大平面図である。

【図2】図2(A)～(C)は垂直転送レジスタを駆動する、層の異なる各層の転送電極の平面形状を示す平面図である。

【図3】(A)、(B)は図1、2に示す固体撮像素子の一つの駆動方法を説明する固体撮像素子の平面図である。

【図4】図1、2に示す固体撮像素子の他の駆動方法を説明する固体撮像素子の平面図である。

【図5】(A)、(B)は、図1、2に示す固体撮像素子*

*子のオンチップマイクロレンズをその概略構成が分かるように示すもので、(A)は固体撮像素子の概略構成平面図、(B)は固体撮像素子の(A)のC-D線に沿う断面図である。

【図6】(A)、(B)は図5に示す固体撮像素子のオンチップマイクロレンズの形成方法を工程順に示す断面図である。

【図7】(A)、(B)は固体撮像素子の従来例の概略構成を示すもので、(A)は概略構成平面図、(B)は(A)のBに示す部分を拡大して示す拡大平面図である。

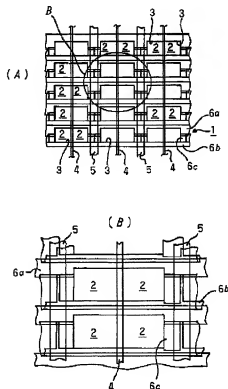
【図8】図7の従来例の読み出し動作を説明する固体撮像素子の平面図である。

【図9】(A)、(B)は、図7に示す固体撮像素子のオンチップマイクロレンズをその概略構成が分かるように示すもので、(A)は固体撮像素子の概略構成平面図、(B)は固体撮像素子のB-B線視断面図である。

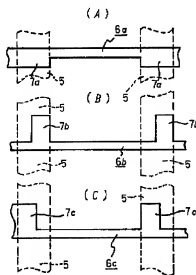
【符号の説明】

1・・・固体撮像素子、2・・・固体撮像素子、3・・・開口、4・・・チャンネルストップ、5・・・垂直転送レジスタ、6a、6b、6c・・・転送電極、7a、7b、7c・・・歯状部分、11・・・オンチップマイクロレンズ、12・・・凸球状透明部。

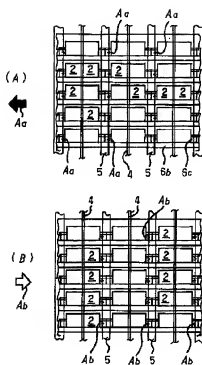
【図1】



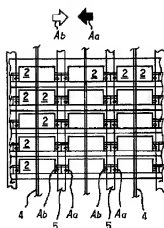
【図2】



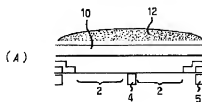
【図3】



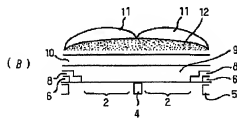
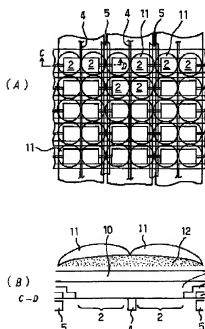
【図4】



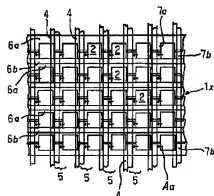
【図6】



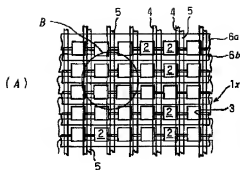
【図5】



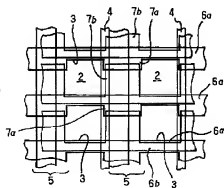
【図8】



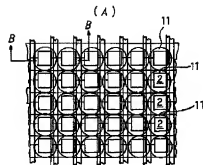
【図7】



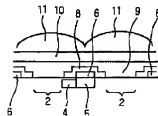
(B)



【図9】



(B)



フロントページの続き

Fターム(参考) 4M18 AA01 AB01 BA13 DA03 DA06
 DB08 DB09 DB11 FA04 FA06
 FA26 FA33 FA44 GB03 GB07
 GB08 GB11 GC07 GD04 GD07
 GD20
 5C024 CX37 CX41 CX43 CY47 EX43
 GZ24 JX25